

# EXPERIÊNCIAS ADQUIRIDAS COM O ENSINO DA DISCIPLINA DE PROCESSOS QUÍMICOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Leonardo Madeira Martins,<sup>1</sup> José Machado Moita Neto,<sup>2</sup>  
Francisco Francielle Pinheiro dos Santos,<sup>3</sup> Maria do Socorro Ferreira dos Santos<sup>4</sup>

## RESUMO

O baixo desempenho e a conseqüente evasão de alunos em cursos de engenharia nos leva a refletir sobre o ensino. Engenharia é uma profissão técnica e científica, portanto, exige habilidade e conhecimento. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva refletir sobre experiências adquiridas no ensino da disciplina de Processos Químicos, no curso de Engenharia de Produção. A percepção dos professores foi captada em entrevistas, a partir de questões como: as maiores dificuldades relatadas pelos alunos durante as aulas; as principais deficiências dos alunos percebidas pelos professores; a contribuição do REUNI para com o curso; e a importância e o diferencial da disciplina de Processos Químicos. O estudo concluiu que: as deficiências adquiridas nos ensinos fundamental e médio são refletidas no nível superior, especialmente em cursos que possuem em sua grade curricular disciplinas básicas que envolvem cálculo, como as engenharias; uma forma de amenizar tal problema é a inclusão de uma disciplina de introdução ao curso, a fim de nivelar os alunos no primeiro semestre; os docentes necessitam de preparação pedagógica, especialmente aqueles provindo de cursos de tecnologia e bacharelado; aliar o ensino à prática é de suma importância para uma maior absorção do conteúdo, por parte dos alunos, em disciplinas como Processos Químicos; o Programa Federal REUNI constitui-se, de fato, em um aliado na coibição à evasão de alunos com mau desempenho em cursos de engenharia, além de colaborar com os discentes da pós-graduação, potenciais docentes do ensino superior, com bolsas de estudo de mestrado e doutorado.

**Palavras-chave:** Engenharia de Produção; REUNI; Processos Químicos.

## EXPERIENCES WITH THE TEACHING OF DISCIPLINE OF CHEMICAL PROCESSES IN THE COURSE OF PRODUCTION ENGINEERING

### ABSTRACT

The low performance and consequent evasion of students in engineering courses leads us to reflect on teaching. Engineering is a scientific and technical profession. Therefore, it requires Knowledge and Hability. In this sense, this paper aims to reflect on experiences of teaching the discipline called Chemical Processes in the course of Industrial Engineering. The perception of teachers was captured through interviews from questions such as: the greatest difficulties reported by students during class, the

---

<sup>1</sup> Gestor Ambiental. Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí (UFPI); leonardomadeirapi@hotmail.com

<sup>2</sup> Químico. Doutor em Química. Professor do Departamento de Química (UFPI); jmoita@ufpi.edu.br

<sup>3</sup> Engenheiro Químico. Doutorando em Engenharia Química. Coordenador do Curso de Engenharia de Produção (UFPI). Departamento de Engenharia de Produção, Campus Ministro Petrônio Portela, Centro de Tecnologia, Ininga; pinheiro@ufpi.edu.br

<sup>4</sup> Engenheira Química. Doutoranda em Engenharia Química. Professora do Departamento de Engenharia de Produção (UFPI). Departamento de Engenharia de Produção, Campus Ministro Petrônio Portela, Centro de Tecnologia, Ininga; socorroferreira@ufpi.edu.br

main weaknesses of the students perceived by teachers, the contribution of REUNI in relation to the course and the importance and its differential of the discipline Chemical Processes. The study concluded that: deficiencies acquired in primary and secondary education are reflected in higher education, especially in courses that have in their curriculum basic disciplines that involve calculations, such as engineering. One way to alleviate this problem is the inclusion of an introductory discipline in the course in order to level the students in the first semester. Teachers need pedagogical preparation, especially those coming from technology and bachelor courses; combine teaching is crucial for further absorption of content by students in disciplines such as Chemical Processes; the Federal Program REUNI, constitutes, in fact, an ally in the evasion restraint of students with poor performance in engineering courses as well as collaborate with the students of postgraduate education teaching potential higher, with scholarships for masters and doctorate.

**Keywords:** Production Engineering; REUNI; Chemical Processes.

## INTRODUÇÃO

Muito se fala na evasão de alunos nos cursos de engenharia. Os motivos são diversos, desde o baixo desempenho em disciplinas, a não adaptação à universidade e a má formação nos ensinamentos fundamental e médio, contribuindo para um mau desempenho nos cursos do eixo tecnológico.

Engenharia é uma profissão técnica e científica, portanto, exige habilidade e conhecimento específicos. Conforme Silva e Cecílio (2007), no processo de formação de engenheiros, ainda ocorrem, com frequência, algumas contradições. De um lado, engenheiros que se "tornam professores" e ensinam o que sabem fazer; de outro, professores que "ensinam" o que não fazem na prática. Uns ensinam em decorrência de sua formação e exercício de sua profissão, porém, às vezes, sem o reconhecimento ou a intencionalidade da dimensão pedagógica do trabalho docente.

Derivada da engenharia industrial, a engenharia de produção não é diferente, e sofre com os mesmos problemas que as demais engenharias. A mesma habilita o profissional a criar, desenvolver e aplicar conhecimento científico e tecnológico para solução de problemas de desempenho de sistemas produtivos de bens e serviços. Para isso, o aluno deverá cursar disciplinas básicas de física, cálculo e química, que darão suporte ao conhecimento das instalações industriais, dos processos mecânicos e da engenharia econômica dos processos.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo refletir sobre experiências do ensino da disciplina de Processos Químicos no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido junto à 1ª turma do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção da UFPI, na disciplina de Processos Químicos, no primeiro semestre de 2011. Conforme Silva *et. al.* (2010), essa disciplina é ofertada no 6º semestre e não possui pré-requisitos, apresentando como ementário: conceituação e caracterização da operação e implantação de um processo químico industrial; definição e comparação de processos em batelada, contínuo e semicontínuo; conceito de balanço material e energético em processos de batelada e contínuo; conceituação das principais operações unitárias da indústria química (equacionamento básico, características operacionais, instrumentação e manutenção); importância das utilidades em uma planta química (vapor, eletricidade, ar comprimido, refrigeração, água, etc.); estocagem, armazenagem, manuseio e amostragem de produtos químicos; destinação de produtos, subprodutos e efluentes industriais; descrição de alguns processos químicos representativos da indústria química brasileira, enfatizando a integração das operações unitárias e o aspecto operacional. Os ob-

jetivos principais da disciplina são: oferecer ao aluno de Engenharia de Produção uma noção das especificidades de uma indústria química, conceituar as principais operações empregadas numa planta química de uma forma unitária e discutir a sua integração num processo químico industrial.

A avaliação foi realizada de forma quantitativa, com provas e seminários, e qualitativa, tendo por base a participação dos alunos nas aulas. As avaliações escritas procuraram mostrar exemplos de processos químicos em escala real, enfocando melhor as formas de rendimento dos processos e geração de resíduos, bem como o seu descarte. Buscou-se saber, também, se o aluno sabe caracterizar, diferenciar e aplicar os diversos processos envolvidos em indústrias de processos químicos.

Por fim, por meio de entrevista, foi captada a percepção dos professores que ministraram a disciplina no que se refere: às maiores dificuldades relatadas pelos alunos durante as aulas; às principais deficiências dos alunos percebidas pelos professores; à contribuição do REUNI para com o curso; à importância e ao diferencial da disciplina de Processos Químicos, entre outras questões.

O resultado dessa avaliação foi confrontado com o resultado oficial do semestre, a partir de dados da Coordenadoria de Estatística e Documentação de Ensino da UFPI.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disciplina de Processos Químicos procurou levar aos alunos o conhecimento dos processos químicos industriais, envolvendo desde a extração e compra das matérias-primas até o beneficiamento e obtenção dos produtos comercializáveis. Abordou, ainda, os impactos ambientais decorrentes dos processos, custo e logística, bem como a sistemática de tratamento dos efluentes gerados.

Ler, interpretar textos, fluxogramas e boletins técnicos, bem com calcular insumos, rendimento estequiométrico e energético dos processos produtivos também foram objetivos da disciplina, além de contribuir para que o discente se posicionasse criticamente em rela-

ção à atuação da indústria química no cenário político, econômico, social e ambiental.

O grande diferencial da disciplina de Processos Químicos em relação às outras é o fato de contribuir na formação de uma visão holística dos aspectos industriais, no diversos cenários já citados. Além do mais, o engenheiro de produção, em algum momento de sua vida profissional, irá atuar em indústrias de transformação.

Conforme dados da Coordenadoria de Estatística e Documentação de Ensino da UFPI (Tabela 1), o resultado da disciplina mostrou um índice de reprovação elevado (51%). Vale ressaltar que tais dados não podem ser extrapolados, sob risco de incorrer em elevados desvios, já que são resultados de uma única disciplina.

**Tabela 1** – Resultado final da disciplina de Processos Químicos

PARÂMETROS	RF	RN	EF	AM	REP.	APR.	TOTAL
NÚMEROS RELATIVOS	28	23	36	36	51	49	100
NÚMEROS ABSOLUTOS	11	9	14	14	20	19	39

Rep: reprovados; Apr: aprovados; RF: reprovados por falta; RN: reprovados por nota; EF: exame final; AM: aprovados por média.

Por mais que se tenha avaliado uma única turma, foi o suficiente para os professores da disciplina apontarem as dificuldades com os cálculos matemáticos e a interpretação das questões como as principais causas do baixo rendimento dos alunos. Além disso, afirmam que tal deficiência foi se acumulando durante toda a vida escolar (ensino fundamental e médio).

Os problemas identificados não são exclusivos da disciplina de Processos Químicos, mas sim de todo o curso de Engenharia de Produção, quiçá, de todas as engenharias.

Conforme Iarozinski Neto e Leite (2010), os problemas da área de engenharia de produção demandam abordagens que transitam entre a pluri, a inter e a transdisciplinaridade. A necessidade dessas abordagens é resultado da complexidade que envolve as áreas do co-

nhecimento relacionadas aos problemas da engenharia de produção.

As disciplinas, em especial as que envolvem cálculos, devem envolver o aluno. Para Silva e Cecílio (2007), quando isso não acontece, os alunos sentem-se desmotivados, pois não entendem em que irão usar o que estão aprendendo, ficam desatentos, não conseguem ligar os interesses comuns entre aquilo que têm de aprender e o que vão precisar aprender para conseguir o tão almejado futuro emprego. Essa diferença é importante, pois aquilo que têm de aprender relaciona-se, na maioria das vezes, ao conteúdo das consideradas disciplinas básicas, necessárias para subsidiar as disciplinas profissionalizantes, que são, geralmente, as que se encaixam naquelas que vão precisar aprender.

Conforme Silva *et al.* (2006), uma forma de contribuir para um melhor desempenho do aluno seria a introdução de uma disciplina, no início da graduação, com a função de colaborar com um novo entendimento sobre as várias finalidades de um curso de diversas disciplinas, como é o caso.

Conforme Schnetzler (2002), é necessário reconhecer, então, que os professores universitários precisam refletir sobre suas práticas e construir conhecimentos que permitam melhor compreendê-las e aperfeiçoá-las, produzindo, a partir de suas próprias investigações, transformações no seu pensamento e na sua ação docente.

Na opinião de Silva e Cecílio (2007), a dissociação entre teoria e prática dificulta o processo de ensino-aprendizagem, além de acarretar insatisfações por parte de alunos e professores, comprometendo os resultados de suas ações.

Corroborando esse pensamento, Carvalho *et al.* (2001) afirmam que, em engenharia, é extremamente importante que o aluno possa vivenciar situações reais, nas quais ele possa tomar decisões sobre assuntos importantes, em ambiente controlado. Com o uso dos mapas conceituais e a teoria da aprendizagem significativa, não existe consolidação do conhecimento sem a experiência na vida real.

Silva e Cecílio (2007) acrescentam, por sua vez, que a renovação do modelo de ensino tradicional passa necessariamente pela competência em articular a teoria com a prática, o que exigirá domínio sobre os procedimentos pedagógicos, de forma a permitir a transferência do foco do ensino para o da aprendizagem, alterando a posição do aluno e do professor no processo. O aluno sai de um lugar secundário e de uma posição passiva e passa a ter um lugar central no ambiente de ensino-aprendizagem e formação profissional, cada vez mais ampliado pelas tecnologias da comunicação e da informação.

O mau desempenho em disciplinas, especialmente aquelas que são pré-requisitos para outros níveis, contribuem para a evasão de alunos não só em disciplinas, mas no curso. No combate a esse problema, o governo federal, por meio do REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), Decreto nº 6096/2007, tem contribuído para a permanência na educação superior, ofertando, entre outras ações, bolsas de mestrado e doutorado a alunos de pós-graduação, com o objetivo de que os mesmos possam auxiliar, por meio de monitorias, no entendimento de disciplinas que tenham grande evasão por parte dos alunos.

O REUNI de fato contribui/contribuiu para uma menor evasão e reprovação em disciplinas da Engenharia de Produção, pois a ajuda do monitor na disciplina colabora para que os alunos se sintam mais à vontade em tirar dúvidas e solicitar auxílio na resolução dos exercícios. Na disciplina de Processos Químicos da UFPI, o monitor era um aluno de doutorado com especialidade em tratamento de efluentes industriais. Por serem de curso e idade semelhantes, o monitor mostra-se mais adequado às necessidades dos alunos. Além dessas bolsas, o REUNI envolve uma maior oferta de recursos financeiros para a instalação de laboratórios e salas de aula, contribuindo para o maior engajamento dos alunos no curso, fazendo com que os mesmos permaneçam mais tempo na universidade e, consequentemente, diminuindo a evasão. Mesmo o percen-

tual de reprovação tendo sido elevado no período de realização desta avaliação, o programa REUNI se mostrou importante na melhoria do aprendizado dos discentes.

Conforme Silva e Cecílio (2007), importa que haja professores-formadores, que tenham domínio profissional e científico em relação ao que se propõem fazer, que sejam reflexivos e atuem como pesquisadores de sua própria prática, que tenham consciência de sua ação educativa como estratégia de formação de profissionais e reconheçam que o trabalho docente é muito mais do que repetir aquilo que aprenderam nos cursos de formação inicial. Isso significa que precisam de uma formação pedagógica que os habilite a enfrentar uma sala de aula e nela exercer a condição de um mediador entre os alunos e a realidade.

Para Iarozinski Neto e Leite (2010), os problemas que envolvem a Engenharia de Produção transcendem as demarcações clássicas das ciências de base da engenharia. Os fatores humanos, sociais e ecológicos demandam uma abordagem mais ampla dos problemas tratados, sob pena de se obter uma solução parcial. As abordagens clássicas, baseadas na física e na matemática, não dão conta dos fenômenos complexos que envolvem esses fatores. Entretanto, é preciso desenvolver abordagens que permitam o avanço do conhecimento acerca de bases científicas.

Na Engenharia de Produção, os conceitos devem ser trabalhados dentro de uma concepção holística. Conforme Iarozinski Neto e Leite (2010), o sistema a ser estudado é definido e limitado por suas fronteiras. A demarcação dessas fronteiras é arbitrária, e sua definição vai depender do fenômeno a ser analisado, das variáveis que o influenciam e do grau de entendimento e precisão desejados. A fronteira do sistema define as variáveis que pertencem ao sistema e as que pertencem ao seu meio ambiente, e é através dela que o sistema interage com seu meio ambiente, trocando material, energia e informação.

O conceito de sistema é semelhante ao que os alunos estudam na disciplina de Processos Químicos Industriais (balanço de massa e

energia). Segundo Iarozinski Neto e Leite (2010), as entradas do sistema são tudo aquilo que vem de fora de suas fronteiras, e as saídas são aquilo que o sistema libera para além de suas fronteiras, como resultado de seu funcionamento (processo). O processo caracteriza a ação do sistema no sentido de cumprir seus objetivos. O controle está relacionado ao conceito de “retroação” ou *feed-back*. A retroação é o fenômeno que possibilita que as saídas de um sistema influenciem em suas entradas, mantendo o controle do sistema no sentido de atingir seus objetivos.

Na Universidade de São Paulo (USP), em seu Departamento de Engenharia de Produção, há um grupo de pesquisa denominado “Aprende: Educação para o Novo Milênio” (<http://www.prod.eesc.usp.br/aprende/objetivos.htm>), com o objetivo de investigar e intervir nos processos de geração, modelagem, transferência e mensuração do conhecimento específico da Engenharia de Produção, em todas as suas áreas de atuação. Para tanto, os pesquisadores propõem-se realizar o mapeamento individual e das interfaces das seguintes áreas:



Segundo Silva *et al.* (2006), o relacionamento pessoal e profissional professor-aluno é um ponto fundamental na questão da adaptação e motivação, proporcionando um crescimento do nível de maturidade dos alunos. Aproximar os alunos dos níveis Básico e Profissional também lhes dá novo ânimo, pois se sentem mais confiantes. Assim, as aulas de campo e as visitas técnicas se constituem como boas ferramentas de ensino e aprendizagem.

## CONCLUSÃO

As deficiências adquiridas nos ensino fundamental e médio são refletidas no nível superior, especialmente em cursos que possuem em sua grade curricular disciplinas básicas que envolvem cálculo, como as engenharias. Uma forma de amenizar tal problema é a incluir, no primeiro semestre, uma disciplina de introdução ao curso, com o fim de nivelar os alunos.

Os docentes também necessitam de preparação pedagógica, especialmente aqueles provindos de cursos de tecnologia e bacharelado.

Aliar o ensino à prática é de suma importância para uma maior absorção do conteúdo, por parte dos alunos, em disciplinas como a de Processos Químicos.

O programa REUNI constitui-se, de fato, em um aliado na coibição à evasão de alunos com mau desempenho em cursos de engenharia, além de colaborar com os discentes da pós-graduação, potenciais docentes do ensino superior, com bolsas de estudo de mestrado e doutorado.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. C. B. D. de; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. **Revista Produção**, v. 11, n. 1, 2001.
- IAROSINSKI NETO, A.; LEITE, M. S. A abordagem sistêmica na pesquisa em Engenharia de Produção. **Produção**, v. 20, n. 1, São Paulo, 2010.
- RODRIGUES, S. B. de V.; SILVA, D. C. da; QUADROS, A. L. de. O ensino superior de química: reflexões a partir de conceitos básicos para a química orgânica. **Química Nova**, v. 34, n. 10, São Paulo, 2011.
- SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, 2002.
- SILVA, C. E.; LAGES, M. L. P. D.; MOURA, F. F. S.; CARDOSO, M. S. **Projeto político-pedagógico do curso de Engenharia de Produção**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2010.
- SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, n. 45, Belo Horizonte, 2007.
- SILVA, R. R. de C. M. da; MAINIER, F. B.; PASSOS, F. B. A contribuição da disciplina de Introdução à Engenharia Química no diagnóstico da evasão. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 51, Rio de Janeiro, 2006.

---

## DADOS DOS AUTORES



**Leonardo Madeira Martins** – Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Trabalhou como Consultor Ambiental, participando de equipes elaboradoras de estudos ambientais (EIA/Rima, RCA/PCA, RAS/RIV, PRAD e PBA) voltados para obras de infraestrutura, tais como: sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, barragens, aeroportos e rodovias. Tem interesse nos seguintes temas para pesquisa: Saneamento Ambiental, Química Ambiental, Processos Oxidativos Avançados, Avaliação de Impactos Ambientais, Perícia Ambiental e Gestão Ambiental Empresarial.



**José Machado Moita Neto** – Professor Associado da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Formação acadêmica: licenciatura em Química (UFPI, 1982); mestrado em Química (UNICAMP, 1987); bacharelado em Engenharia Civil (UFPI, 1989); doutorado em Química (UNICAMP, 1994); licenciatura em Filosofia UFPI, (2004). Orientação e docência: Departamento de Química da UFPI Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPI (Mestrado e Doutorado).



**Francisco Francielle Pinheiro dos Santos** – Professor Assistente II da Universidade Federal do Piauí, Chefe do curso de Engenharia de Produção. Possui graduação e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de gestão da produção, engenharia de produto e processos produtivos. Atua na área de processos químicos, pesquisa operacional, análises da cadeia produtiva do biodiesel e arranjos produtivos.



**Maria do Socorro Ferreira dos Santos** – Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande. Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente, é Professora Assistente I da Universidade Federal do Piauí.